



(19) Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer: AT 395 124 B

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 694/89

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : B25J 15/10

(22) Anmelddatum: 23. 3.1989

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 2.1992

(45) Ausgabedatum: 25. 9.1992

BEST AVAILABLE COPY

(30) Priorität:

19. 5.1988 DE 315910 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

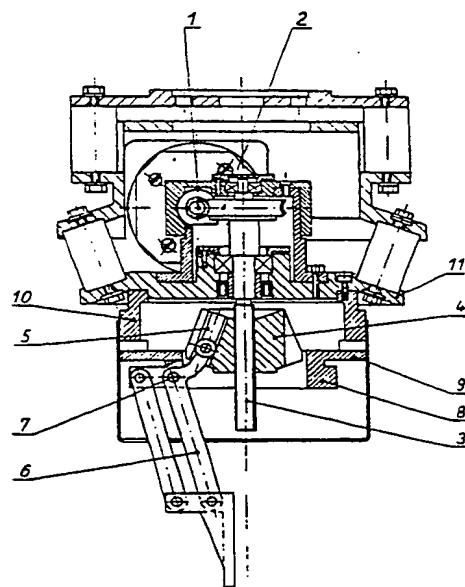
DD-PS 246072 DE-C3 2727704 EP-A1 85605 EP-A2 147082  
US-PS 4447048

(73) Patentinhaber:

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN DER DDR  
D-0-1086 BERLIN (DE).

## (54) MEHRFINGERGREIFER ZUR ERFASSUNG DER GREIFKRAFT SOWIE RÄUMLICHER REAKTIONSKRÄFTE UND -MOMENTE

(57) Mehrfingergreifer mit Erfassung der Greifkraft sowie räumlicher Reaktionskräfte und -momente, bestehend aus einem Greifergehäuse, einer Trapezspindel, einem zwangsgeführten Kulissenstein mit Führungsnuten, in welchen die Kniehebel von Parallelogrammlenkern, an denen Greiffinger befestigt sind, geführt sind, wobei sich die Drehpunkte (7) der Kniehebel (6) der Parallelogrammlenker achssymmetrisch und gleichmäßig am Umfang verteilt auf dem Innenring (8) eines Verformkörperns (8,9,10) eines an sich bekannten Kraft-Drehmoment-Führers, bestehend aus einem Innenring (8), einem Außenring (10), beide miteinander verbindenden, elastischen Elementen (9) und die Verformung der elastischen Elemente (9) aufnehmenden Meßwertgebern (12), befinden und daß der Außenring (10) am Greifergehäuse (11) befestigt ist.



AT 395 124 B

Die Erfindung betrifft einen Mehrfingergreifer mit Erfassung der Greifkraft sowie räumlicher Reaktionskräfte und -momente, bestehend aus einem Greifergehäuse, einer Trapezspindel, einem zwangsgeführten Kulissenstein mit Führungsnuhen, in welchen die Kniehebel von Parallelogrammlenkern, an denen Greiffinger befestigt sind, geführt sind.

5 Dies ist ein Greifer für Industrieroboter und Manipulatoren, der zusätzlich die Greifkraft und die räumlichen Reaktionskräfte und -momente, die während der Greif-, Handhabungs- und Montageprozesse an den Greifelementen wirken, mißt.

Dieser sensorisierte Greifer wird für die

10 . Teile- und Werkzeugentnahme aus Vorrichtungen und Magazinen  
. kraftadaptiven Fügevorgänge und  
. kraftadaptive Bahnnachführung

15 verwendet. Der Einsatz derartiger Greifer läßt höhere Positionierungstoleranzen zwischen Objekt und Zielpunkt des Industrieroboters zu und ist vorzugsweise für die Montage geeignet.

In der bekannten Literatur sind ausschließlich Greifer mit kraftsensorisierten Greifelementen hauptsächlich zur Messung der Greifkraft und mit beträchtlichen Funktionseinschränkungen für Reaktionskräfte beschrieben worden. Darüber hinaus werden variationsreiche Lösungen zur Erfassung der Reaktions- und Schnittkräfte mit Kraft-Moment-Sensoren beschrieben, die völlig vom Greifer getrennt und unmittelbar am Roboterhandflansch befestigt sind.

20 In der DE-PS 2 727 704 wird ein Verformkörper eines Kraft-Momentsensors beschrieben, der allgemein als Meßdose bekannt ist.

Mit im Greifelement befindlichen Kraftsensoren können zwar drei orthogonale Kraftkomponenten erfaßt werden, jedoch ist die Auswertung nur durch schwierig zu ermittelnde zusätzliche Informationen wie z. B. Fingerposition, Greifkraftanteil möglich. Solche Anordnungen sind in DE-OS 2 934 414, DD-PS 245 616, EP 147 082 beschrieben worden. Diese Lösungen haben die Nachteile, daß

25 . sie die Baugröße/Abmessungen der Greifelemente ungünstig beeinflussen,  
. sie durch ihre ungünstigen Abmessungen den Zugriff zu enganeinanderliegenden Teilen unmöglich machen,  
30 . ihre Funktionen bei Kollisionen der Greifelemente nicht mehr gewährleistet sind.

Der Einsatz eines separaten Kraft-Moment-Sensors zwischen Greifer und Roboterflansch zur Bestimmung der Reaktionskräfte am Effektor (Greifer) US-PS 4 447 048 hat die Nachteile, daß

35 . der Abstand zwischen Meßstelle und dem Kraftwirkungsort zwangsläufig sehr groß ist,  
. die gemessenen Kräfte sich aus den realen Reaktionskräften und der Greifermasse ergeben,  
. die geometrischen Abmessungen des Greifers und der Abstand des Kraftwirkungsortes zum Sensor die Bestimmung der realen Reaktionskräfte erschweren.

40 In der DD-PS 246072 wird ein Greifer beschrieben, der einen festen Anschlag hat, keine steuerbare Positionierung der Greiffinger und keine Kraft-Moment-Messung sowie Greifkraftmessung besitzt. Bei der im EP-85605 beschriebenen Lösung werden mittels Verschiebungssensor die Verschiebungen von jedem Finger gemessen, mit dessen Hilfe die Greifkraft a priori eingestellt werden kann. Eine Messung der Kräfte ist nicht möglich.

45 Ziel der Erfindung ist ein Greifer für Industrieroboter und Manipulatoren, der zusätzlich die Greifkraft, die Reaktionskräfte und -momente mißt. Dieser Greifer soll eine geringe Baugröße und kleine Meß- und Übertragungsfehler aufweisen, wobei der Meßwertgeber vor Kollision geschützt ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Greifer mit integrierter Kraft-Moment-Sensorik zu schaffen, der außer seiner eigentlichen Funktion Greifen noch den vollständigen Kraftsensor nahe dem Kraftwirkungsort bei der Objektaufnahme, Objektablage, sowie während der Handhabung insbesondere beim Fügen von Teilen und die Greifkraft erfaßt, so daß mit diesen Meßdaten die Objekte kraftadaptiv gehandhabt werden können. Bei der Lösung dieser Aufgabe sollen die äußeren Abmessungen des Greifers und die Greifelemente nicht nachteilig beeinflußt werden. Der Meß- und Übertragungsfehler ist durch eine möglichst nahe Anordnung des Verformkörpers mit Meßwertgeber an die Greifelemente zu minimieren. Durch den Einbau des Sensors im Greifer wird dieser vor Zerstörung infolge einer Kollision geschützt.

55 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch den genannten Mehrfingergreifer gelöst, wobei sich die Drehpunkte der Kniehebel der Parallelogrammlenkner achssymmetrisch und gleichmäßig am Umfang verteilt auf dem Innenring eines Verformkörpers eines an sich bekannten Kraft-Drehmoment-Fühlers, bestehend aus einem Innenring, einem

Außenring, beide miteinander verbindenden, elastischen Elementen und die Verformung der elastischen Elemente aufnehmenden Meßwertgebern, befinden und daß der Außenring am Greifergehäuse befestigt ist. Dieser Greifemechanismus ist nach dem bekannten Prinzip des Zangengreifers aufgebaut, wobei die Greifelemente zueinander synchron parallele Bewegungen auf einer Kreisbahn, von einem Antrieb bewegt, ausführen. Die Verbindungen zwischen einem Greiferelement und dem als starr zu betrachtenden Innenring des Verformkörpers sind über Achsen der zwei Glieder eines Parallelogrammlenkens dadurch gegeben, daß sich die Drehpunkte der Kniehebel der Parallelogrammlenker achssymmetrisch und gleichmäßig am Umfang verteilt auf dem Innenring des Verformkörpers befinden. Dieser Innenring des Verformkörpers ist über die elastischen Elemente mit dem ebenfalls stabilen Außenring des Verformkörpers verbunden. Dieser Außenring ist am Greifergehäuse befestigt. Die Verformungen der elastischen Elemente, die bei Vorhandensein von Greifkraft und Reaktionskräften beim Handhabungsprozeß gegeben sind, werden durch den Meßwertgeber ermittelt und als Maß für die Bestimmung der Kräfte verwendet. Als Meßwertgeber können sowohl auf den elastischen Elementen befestigte Dehnungssindikatoren als auch für indirekte Messungen Meßwertgeber zur Ermittlung der Abstandsänderungen zwischen Außen- und Innenring verwendet werden.

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In den dazugehörigen Zeichnungen sind Fig. 1 die Schnittdarstellung eines Dreifingerparallelgreifers einschließlich eines Koordinatensystems bezüglich der Sensormeßebene; Fig. 2 der Kulissenstein zur Zwangsführung eines Kniehebels des Parallelogrammlenkens; Fig. 3 der Verformkörper des Kraft-Moment-Sensors.

Die synchronen Bewegungen der drei Greifelemente werden durch einen Schrittmotor (1) erzeugt. Der Schrittmotor (1) treibt über ein Schneckenradgetriebe (2) die Trapezspindel (3) an, auf der in ihrer Achsrichtung der zwangsgeführte Kulissenstein (4) entsprechend der Motordrehrichtung bewegt wird.

In den Kulissenstein (4) werden in den drei gleichmäßig am Umfang verteilt angeordneten Führungselementen (5) die Kniehebel (6) der drei Parallelogrammlenker zwangsgeführt. Die Drehpunkte (7) der Kniehebel (6) der Parallelogrammlenker sind achssymmetrisch und gleichmäßig am Umfang auf den Innenring (8) des Verformkörpers verteilt angeordnet. Durch die geradlinige Bewegung des Kulissensteins (4) werden in den geneigten Führungsnuten (5) die Kniehebel (6) um den Drehpunkt (7) im Innenring (8) auf einer Kreisbahn bewegt, die der Schließ- bzw. Öffnungsbewegung der Greifelemente entsprechen. Der Außenring (10) des Verformkörpers ist an dem Greifergehäuse (11) befestigt. Der Außenring (10) ist mit dem Innenring (8) des Verformkörpers über elastische Elemente (9), auf denen Dehnungstreifen (12) zur Messung der Verformung geklebt sind, verbunden. Bei einem achssymmetrischen Greifprozeß werden über den Drehpunkt (7) des Kniehebels (6) nur Verformungen der elastischen Elemente (9) in positiver Z-Richtung erzeugt, die ein Maß für die wirkende Greifkraft ist. Bei unsymmetrischem Greifen entstehen noch zusätzlich Verformungen der elastischen Elemente (9) in den anderen Freiheitsgraden, die gemessen, verarbeitet und zur Korrektur der Asymmetrie genutzt werden können.

Der nach dem Abschluß des Greifprozesses erfaßte Kraftzustand wird für die Messung der Reaktionskräfte am Effektor als Referenzvektor verwendet. Die durch äußere Kraftwirkungen zusätzlich erzeugten Verformungen der elastischen Elemente (9) werden - wie bekannt - mit Dehnmeßstreifen gemessen, verarbeitet und die Daten von den Kräften und Momenten der Steuerung übergeben.

40

#### PATENTANSPRUCH

Mehrfingergreifer mit Erfassung der Greifkraft sowie räumlicher Reaktionskräfte und -momente, bestehend aus einem Greifergehäuse, einer Trapezspindel, einem zwangsgeführten Kulissenstein mit Führungsnuten, in welchen die Kniehebel von Parallelogrammlenkern, an denen Greiffinger befestigt sind, geführt sind, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Drehpunkte (7) der Kniehebel (6) der Parallelogrammlenker achssymmetrisch und gleichmäßig am Umfang verteilt auf dem Innenring (8) eines Verformkörpers (8, 9, 10) eines an sich bekannten Kraft-Drehmoment-Fühlers, bestehend aus einem Innenring (8), einem Außenring (10), beide miteinander verbindenden, elastischen Elementen (9) und die Verformung der elastischen Elemente (9) aufnehmenden Meßwertgebern (12), befinden und daß der Außenring (10) am Greifergehäuse (11) befestigt ist.

55

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

Ausgegeben

25. 9.1992

Int. Cl.<sup>5</sup>: B25J 15/10

Blatt 1

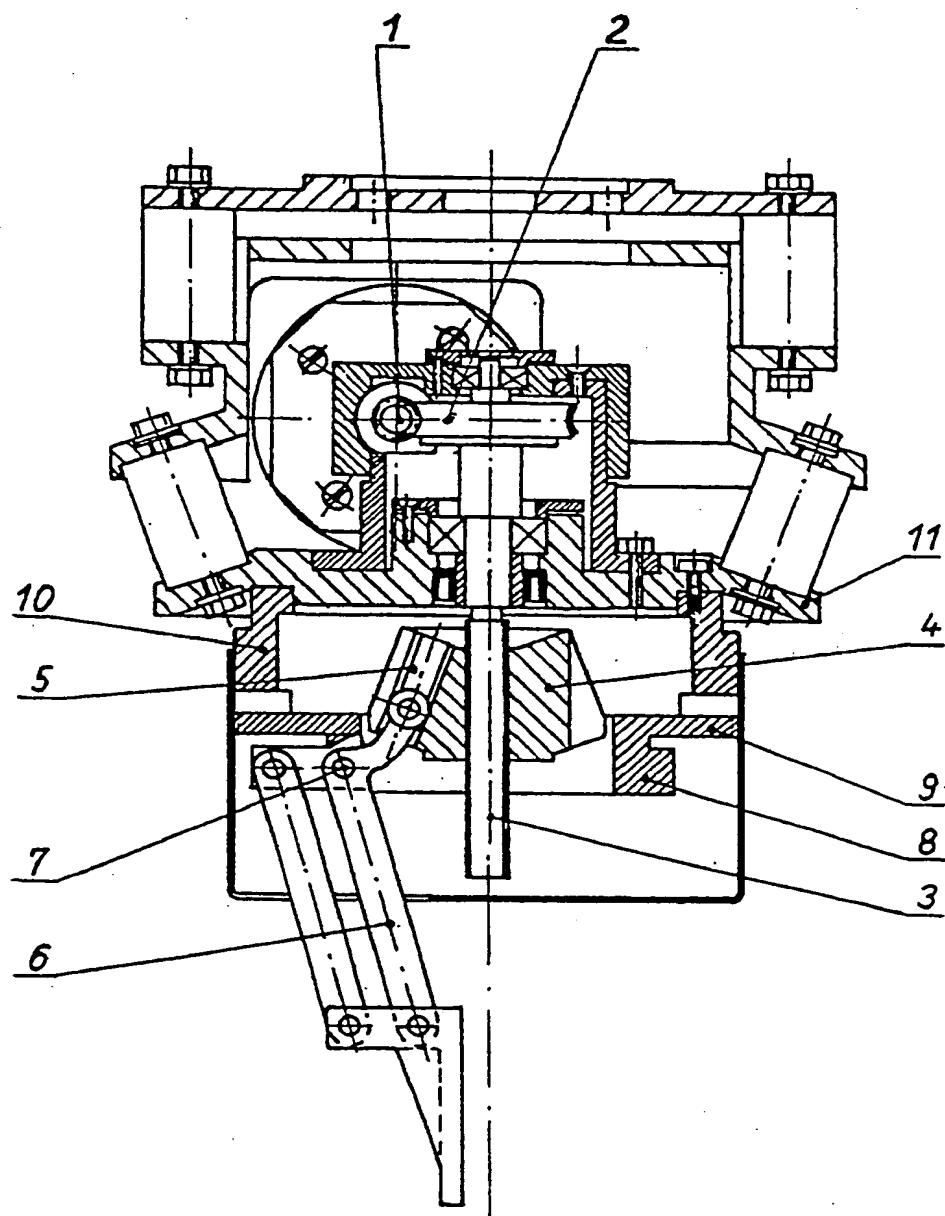


Fig. 1

ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

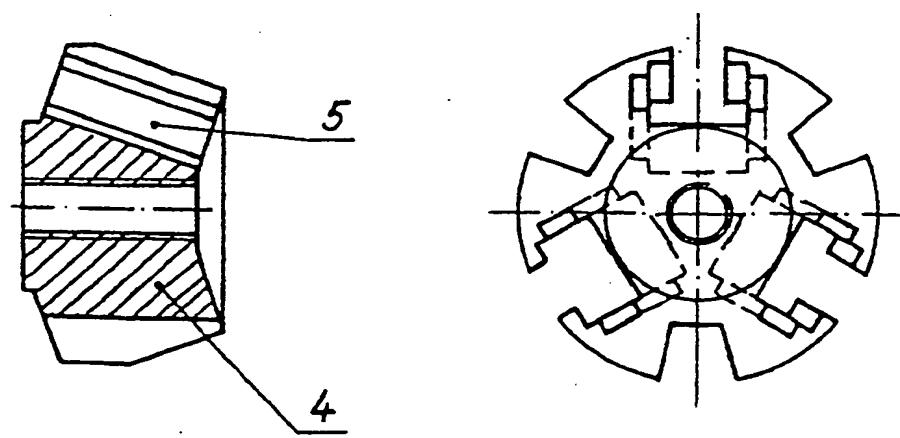
Patentschrift Nr. AT 395 124 B

Ausgegeben

25. 9.1992

Int. Cl. 5: B25J 15/10

Blatt 2



*Fig. 2*

Ausgegeben

25. 9.1992

Int. Cl.<sup>5</sup>: B25J 15/10

Blatt 3

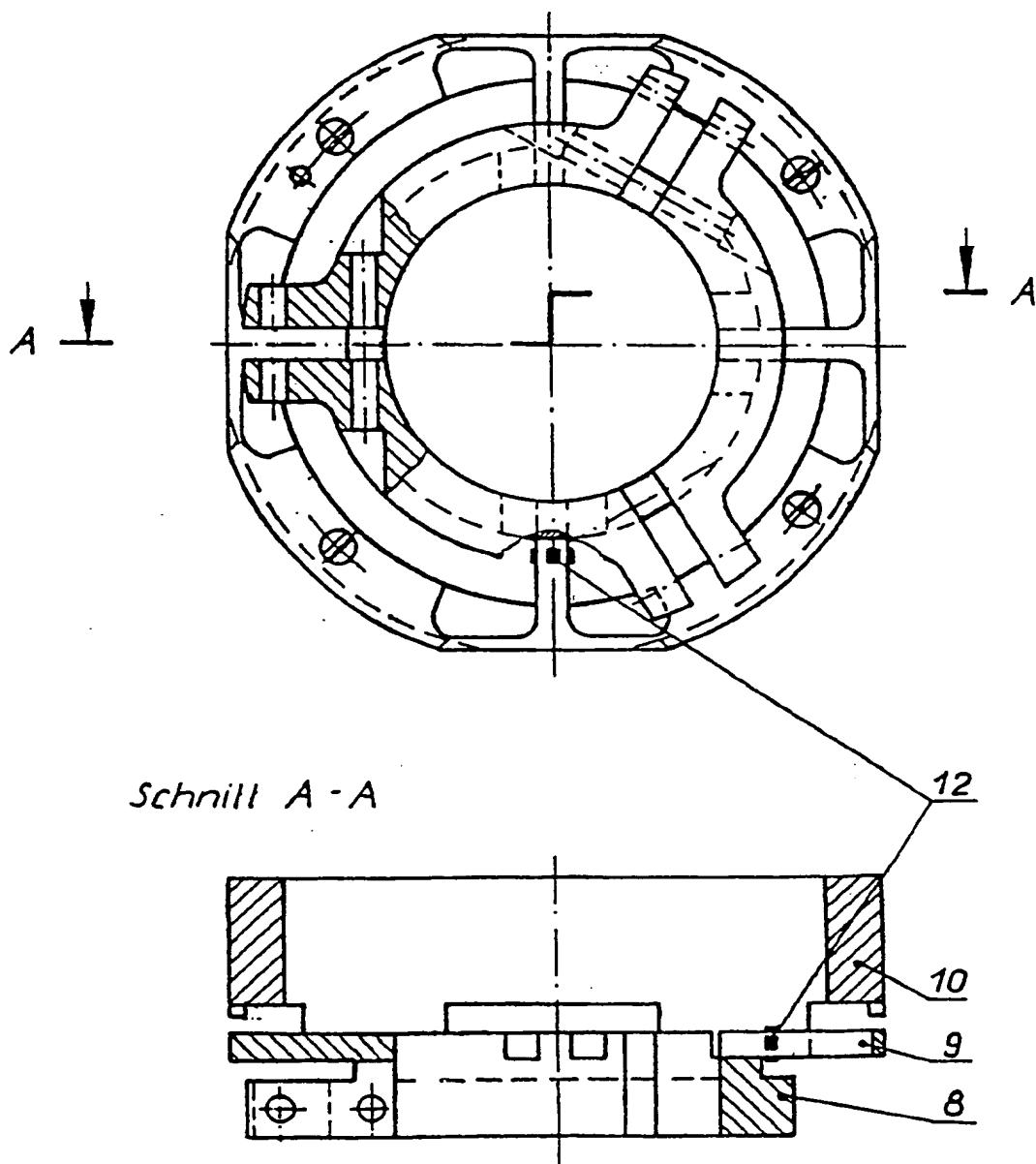


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**